



(11) Publication number: **2000083055 A**

(43) Date of publication of application: 21.03.00

(21) Application number: 10250711

(22) Date of filing: 04.09.98

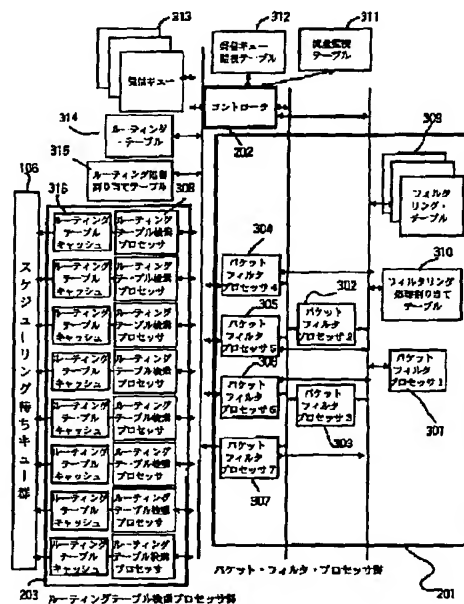
(71) Applicant: **HITACHI LTD**

(72) Inventor: KAWADA YOKO
IWASAKI MASAOKI
NAKAHARA MASAHIKO
TAKEUCHI OSAMU
NAKANO TAKAHIRO

(57) Abstract:

SOLUTION: A packet filter processor group 201 is constructed by arranging seven packet filter processors 301 to 307 in a tree shape of three stages. Each packet filter processor 301 to 307 decides a retrieval key and a filtering table 309 to be retrieved by referring to a filtering processing allocation table 310. A filtering table of the next stage which sends packets is decided in accordance with the decided retrieval key and the contents of filtering tables 309. In the packet filter processors 304 to 307 in the last stage, an enqueue is performed to a received queue corresponding to a class decided through packet filtering.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



P-2231

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-83055
(P2000-83055A)

(43) 公開日 平成12年3月21日(2000.3.21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	チコード(参考)
H 04 L 12/56		H 04 L 11/20	1 0 2 D
12/28		11/00	3 1 0 Z
		11/20	1 0 2 Z

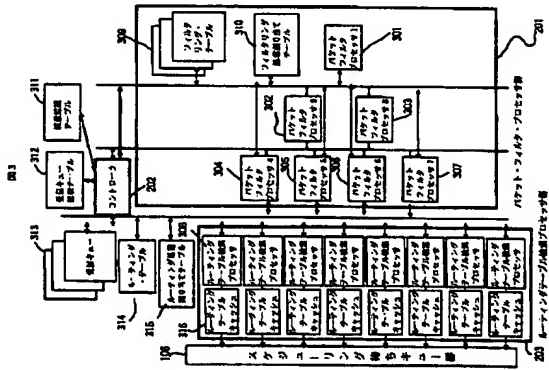
審査請求	未請求	請求項の数	4 O L (全 12 頁)
(21) 出願番号	願平10-250711	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所
(22) 出願日	平成10年9月4日(1998.9.4)	(72) 発明者	株式会社日立製作所 東京都千代田区神田農河台四丁目6番地 川田 啓子
		(72) 発明者	株式会社日立製作所 神奈川県横浜市青葉区王禅寺1099番地 株 式会社日立製作所システム開発研究所内 岩崎 正明
		(74) 代理人	100068504 株式会社日立製作所システム開発研究所内 弁理士 小川 勲男

(54) 発明の名称 ルータ

(57) 要約

【課題】マルチメディア通信を行うネットワークにおいて、高速なルーティング処理を提供する。

【解決手段】パケット・フィルタリングは、処理を分割し、複数のパケット・フィルタ・プロセスによって、パイプライン並列処理する。ルーティング処理において、処理コストの高いルーティングテーブル検索処理を、複数のルーティングテーブル検索プロセスが並列処理する。各ルーティングテーブル検索プロセスは、ルーティングテーブルの内容をキャッシュするキャッシュを備え、ルーティングテーブルの検索を高速化する。さらに、コントローラにより、パケット・フィルタ・プロセス間の負荷を分散し、各ルーティングテーブル検索プロセスに割り当てる受信キューを動的に切り替えることにより、ルーティングテーブル検索プロセス間の負荷を分散する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 データを送信する複数の情報処理装置と、データを受信する情報処理装置の間に直列に接続し、パケットのルーティング処理を実行するプロセスと、転送されたパケットをフィルタリングするプロセスと、パケットの送信順序を制御するプロセスと、パケットの送信及び受信を行うプロセスとからなるルータにおいて、

フィルタリングを実行するときに参照する複数の検索テーブルと、前記検索テーブルを共有するパケットをフィルタリングする複数のプロセスと、パケットのフィルタリングで分類される各クラスに対応する複数のキューを有し、初段から終段に向かってツリー状または、直列に配置したフィルタリング用プロセス群によって、多段に渡るパケットのフィルタリングを高速化することにより、パケットのフィルタリングを高速化することを特徴とするルータ。

【請求項2】 請求項1記載のルータにおいて、ルーティングテーブルと、ルーティングテーブル検索情報を格納するテーブルと、前記2種類のテーブルを共有する複数のルーティング処理用プロセスと、前記プロセスが個々に所有する、ルーティングテーブルの内容をキャッシュするキャッシュを有し、複数のプロセスが、ルーティングテーブルの検索処理を並列に実行することにより、テーブル検索処理を高速化することを特徴とするルータ。

【請求項3】 請求項1のルータにおいて、フィルタリング用プロセスがフィルタリング実行時に参照する複数の検索テーブルと、フィルタリング用プロセスが一定時間内に処理するパケット数を格納したテーブルと、フィルタリング用プロセスとの間で前記2種類のテーブルを共有するコントローラを有し、コントローラが、フィルタリング用プロセスが参照する検索テーブルを、一定時間内に処理するパケット数に応じて動的に切り替えることにより、フィルタリング用プロセスの負荷を分散させ、フィルタリング処理の遅延時間を短縮することを特徴とするルータ。

【請求項4】 請求項2のルータにおいて、ルーティング処理用プロセスとの間で前記ルーティングテーブル検索情報を格納するテーブルを共有するコントローラと、パケットのフィルタリング処理によって分類されたパケットがエンキューされているキューのバケット数合計値を格納するテーブルを有し、キューのバケット数合計値に基づいて、各ルーティング処理用プロセスに割り当てるルーティングテーブル検索情報を動的に切り替えることにより、ルーティング処理の遅延時間を短縮することを特徴とするルータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、マルチメディア通

信を実行するネットワークにおいて、伝送速度や使用帯域幅等のサービスの品質(以下、QoS Quality of Service)と略す)を保証し、かつ、高速なルーティング処理を行うルータに関する。特に、QoS保証を行うためにパケットを分類する機能(以下この機能をパケット・フィルタリングと呼ぶ)を有するルータに関する。

【0002】

【従来の技術】 マルチメディア・データの通信を行うネットワークでは、伝送速度や使用帯域幅等のQoS保証が求められる。QoS保証機能を実現するネットワークにおいては、各ノードは、パケットの種類毎に伝送速度や使用可能な帯域幅等のQoSパラメータを設定し、このQoSパラメータを満足するように送信処理、ルーティング処理、受信処理を行う。ルーティング処理においては、パケットの種類によって、割り当て帯域幅や送信スケジュールの優先順位に関係づけられるクラスに分類するパケット・フィルタリングと呼ばれる処理が必要である。パケットのクラスは、IP(Internet Protocol)ヘッダの中のTOS(Type Of Service)フィールドの値や宛先アドレス、送り元アドレス等によって定義される(以下、IP(Internet Protocol)ヘッダの中のTOS(Type Of Service)フィールドの値や宛先アドレス、送り元アドレス等、クラス分けに必要なデータを検索キーと呼ぶ)。マルチメディア通信におけるルータは、パケット・フィルタリング機能を有し、かつ、高速なルーティング処理を行うことが重要である。

【0003】 パケット・フィルタリング機能を有し、高速なルーティング処理を実現することを目的としているルータとして、(W. P. Kumar, T. V. Lakshman, and D. S. Li, "Beyond Best Effort: Router Architecture for the Differentiated Services of Tomorrow's Internet," IEEE/ACM Trans. on Networking, May, 1998)がある。図1にこのルータ(100)の主要なハードウェア構成を示す。このルータ(100)は、主に入出力プロセス(102)、ルーティングテーブル検索プロセス(103)、パケット・フィルタ・プロセス(104)、送信スケジュールリング・プロセス(105)、スケジューリング待ちキュー群(106)、送信待ちキュー群(107)からなる。

【0004】 1) 入出力プロセス(102)

外部ネットワークより到着したパケットをインタフェースカード(101)を介してルータ(100)内へ入力する処理と、送信待ちキュー(107)にエンキューされているパケットを外部ネットワークへ送り出す処理を実行する。

【0005】 2) ルーティングテーブル検索プロセス(103)

入出力プロセスによって入力されたパケットに対して、ルーティングテーブルを検索することにより、転送経路を決定する。ルーティングテーブルとは、ルーティングプロトコルによって生成されるデータベースのことであり、このテーブルを検索することにより、次に転送

するホスト・アドレスを得ることができる。

【0006】3) パケット・フィルタ・プロセッサ(10

4)

検索キーにより、パケットを、割り当て帯域幅や送信ス
ケジュールの優先順位に関係づけられるクラスに分
類する。クラスに分類する方法としては、ハッシュ法や
2分木によってあらかじめ用意されているテーブルを採
用する方法が考えられている。クラス分けされたパケ
ットは、スケジューリング待ちキュー群(106)にエンキュー
される。スケジューリング待ちキュー群(106)は出力カ
ンインタフェース毎に存在する。また、各スケジューリ
ング待ちキュー群は、クラス毎に別々のキューが用意さ
れている。

【0007】4) 送信スケジューリング・プロセッサ(1

05)

スケジューリング待ちキュー群(106)にエンキューされ
ているパケットに対して、外部ネットワークへ送り出す
順序を決定する。スケジューリング待ちキュー群の各キ
ューにエンキューされているパケットは、パケット・フ
ィルタ・プロセッサ(105)によって、キュー毎に送信ス
ケジュールの優先順位がつけられており、本プロセ
ッサ(105)は、各キューの優先順位とキューの長さ(キ
ューに残っているパケット長の合計値)をもとに、QoS
保証を満足するように送信順序を決定する。スケジュ
ーリングされたパケットは、スケジューリング待ちキュー
からデキューされ、本プロセッサ(105)によって決定し
た送信順序に従って、送信待ちキュー(107)にエンキュー
される。送信待ちキュー(107)は、出力側のインタフ
ェースカード(108)年に用意されている。出力側インタ
フェースカードの選択は、ルーティングテーブル検索プ
ロセッサが決定する。

【0008】このように、本ルータ(100)は、パケット
・フィルタリングを専用プロセッサで実行する。ルーテ
ィング処理を機能毎に分割し、各処理を別々の専用プロ
セッサ(各処理の処理性能が最大になるように最適設計
されたプロセッサ)で実行することにより、高速なルー
ティング処理を実現する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】送信ホスト数や受信ホ
スト数が多い場合や、パケットのデータの種類の多い場
合、パケット・フィルタリングで分類するクラス数が増
大する。この場合に、1プロセッサでパケット・フィル
タリングを実行すると処理時間が増大する。具体的に
は、ハッシュ法は一般にO(1)の計算量で進むことが知ら
れているが、クラス数が増大するとハッシュ衝突回数
が増加し、最悪の場合では線形探索の計算量O(N)
(N: クラス数)と等しくなる。2分木による探索法では、最
悪log2Nの計算が必要となり、パケット・フィルタリ
ングに要する実行時間が増大して、ルーティング処理全体
の処理時間が増大する。

サが参照する検索テーブルをパケットの流量に従って動
的に切り替える手段を備えたルータ。

【0017】4) 各ルーティング検索処理プロセッサの
負荷分散を目的として、前記ルーティングテーブル検索
プロセッサとメモリを共有するコントローラと、前記メ
モリ上に設けた各ルーティング検索処理プロセッサが処
理する受信キューの割り当て情報格納するテーブル
と、パケット・フィルタリングで分類されたパケットが
エンキューされている各キューのキュー長(キューに残
っているパケット長の合計値)を格納する監視テーブル
とから構成され、各ルーティングテーブル検索プロセッ
サが処理する受信キューの割り当てをキュー長に従って
動的に切り替える手段を備えたルータ。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を以下詳細に
説明する。

【0019】本発明におけるルータの主要なハードウェ
ア構成を図2に示す。図2に示すように、本発明におけ
るルータ(200)は、入出力プロセッサ(102)と、マルチプ
ロセッサで構成されるパケット・フィルタ・プロセッサ群
(201)、コントローラ(202)、マルチプロセッサで構成
されるルーティングテーブル検索プロセッサ(203)、送
信スケジューリング・プロセッサ(105)、受信キュー(20
4)、スケジューリング待ちキュー群(106)、送信待ちキ
ュー群(107)から成る。また、本ルータ(200)は、入力側
のインタフェースカード(101)を介してパケットが到着
し、ルーティング処理が行われたパケットは、複数の出
力側インタフェースカード(108)を介して送信される。

【0020】入力側のインタフェースカード(101)、入
出力プロセッサ(102)、送信スケジューリング・プロセ
ッサ(105)、スケジューリング待ちキュー群(106)、送信
待ちキュー(107)、出力側のインタフェースカード(106)
は、図1と同様である。

【0021】パケット・フィルタ・プロセッサ群(201)
は、入出力プロセッサ(102)によってルータ(200)内に入
力されたパケットに対して、パケット・フィルタリング
を実行し該当するクラスの受信キュー(204)にエンキュー
する。パケット・フィルタ・プロセッサ群(201)は、
プロセッサを初段から終段に向かってツリ上に配置
し、多段に渡るパケット・フィルタリングをパイプライ
ン並列処理する。

【0022】ルーティングテーブル検索プロセッサ群(2
03)は、受信キュー(204)にエンキューされているパケッ
トに対して、ルーティング処理を実行し、パケットが出
力される出力側インタフェースカード(108)とパケット
のクラスに対応したスケジューリング待ちキュー(106)
にエンキューする。コントローラ(202)は、パケット・
フィルタ・プロセッサ群(201)を構成する各プロセッサ
の負荷分散を制御する手段と、ルーティングテーブル検
索プロセッサ群(203)を構成する各プロセッサの負荷分

散を制御する手段を有する。

【0023】図3に、本発明の実施形態におけるパケッ
ト・フィルタ・プロセッサ群(201)、コントローラ(20
2)、ルーティングテーブル検索プロセッサ群(203)、お
よびこれらのプロセッサ群の動作に必要なメモリの構成
を示す。

【0024】本実施形態におけるパケット・フィルタ・
プロセッサ群(201)は、3ステージで構成される。パケ
ット・フィルタ・プロセッサ群は(201)は、第1ステー
ジであるパケット・フィルタ・プロセッサ(301)、第2
ステージであるパケット・フィルタ・プロセッサ(302)
およびパケット・フィルタ・プロセッサ(303)、第3ス
テージであるパケット・フィルタ・プロセッサ(304)
〜307の合計7個のプロセッサから成る。本実施形態で
は、ステージ数が増える毎にパケット・フィルタ・プロ
セッサの数が2倍になっているが、それ以上増えでも
(3倍、4倍になっても)問題はない。また、パケット
・フィルタ・プロセッサがツリ上に配置されるのでは
なく、直列に接続されているように。

【0025】各パケット・フィルタ・プロセッサは、フ
ィルタリング処理割り当てテーブル(310)を参照するこ
とにより、フィルタリングに必要な検索キーと検索すべ
きフィルタリング・テーブル(309)を決定する。フィル
タリング・テーブル(309)は、複数のテーブルからな
り、フィルタリング処理を行う検索キー毎に1個のテー
ブルが存在する。指定された検索キーとフィルタリ
ング・テーブル(309)の内容によって、パケットが送られる
次段のパケット・フィルタリング・テーブル(309)が決
定する。パケット・フィルタ・プロセッサが最終段であ
る場合は、パケット・フィルタリングによって決定した
クラスの対応する受信キュー(204)にエンキューされ
る。フィルタリング処理割り当てテーブル(310)は、コ
ントローラ(202)によって動的に変更する。

【0026】本実施形態における各ルーティングテー
ブル検索プロセッサ群(203)は、8個のプロセッサから成
る。各ルーティングテーブル検索プロセッサ(308)は、
ルーティング処理割り当てテーブル(315)を参照するこ
とによって、ルーティング処理を行うパケットのクラス
が指定される。各ルーティングテーブル検索プロセッサ
(308)は、指定されたクラスに該当する受信キュー(313)
にあるパケットをデキューし、ルーティング処理を実行
する。ルーティング処理は、ルーティング・テーブル(3
14)、または、ルーティングテーブルキャッシュ(316)を
検索することにより、パケットの経路が決定される。ル
ーティングテーブルキャッシュ(316)は、各ルーティ
ングテーブル検索プロセッサ毎に別々に所有しているキャ
ッシュであり、ルーティングテーブルの内容がキャッシ
ングされている。

【0027】本実施形態におけるコントローラ(202)

は、各パケット・フィルタ・プロセッサ(301〜307)が送

受信するパケット量を定期的に監視し、監視結果を流値監視テーブル(310)に格納する。コントロールラ(202)は、監視結果に基づいて、フィルタリング処理割り当てテーブル(310)を変更し、各パケット・フィルタ・プロセッサ(301~307)が参照すべきフィルタリングテーブル(309)を決定する。また、受信キュー(313)にキューイングされているパケット数を定期的に監視し、監視結果を受信キュー監視テーブル(312)に格納する。コントロールラ(202)は、監視結果に基づいて、ルーティング処理割り当てテーブル(315)を変更し、各ルーティングテーブル・フィルタ・プロセッサが処理する受信キューを決定する。

【0028】以下に

- 1) パケット・フィルタ・プロセッサ群(201)
- 2) ルーティングテーブル検索プロセッサ(203)
- 3) コントローラ(202)

の動作をフローチャートを用いて説明する。

【0029】まず、パケット・フィルタ・プロセッサ群(201)の動作を図4から図6を用いて説明する。パケット・フィルタ・プロセッサ群(201)は、パケットをクラスに分類する。各パケット・フィルタ・プロセッサ(301~307)は、パケット・フィルタリングを実行するために、フィルタリング処理割り当てテーブル(310)とフィルタリング・テーブル(309)を参照する。フィルタリング処理割り当てテーブル(310)のデータ構造を図4に、フィルタリング・テーブル(309)のデータ構造を図5に示す。

【0030】図4に示す通り、フィルタリング処理割り当てテーブルは、パケット・フィルタ・プロセッサ(301~307)の識別子となるフィルタ番号を格納するフィールド(401)、フィールド401で指定されるパケット・フィルタ・プロセッサが実行するパケット・フィルタリング処理の検索キーを格納する検索キーフィールド(402)、パケット・フィルタリング処理で参照するフィルタリング・テーブルの識別子を格納する参照テーブルインデックスフィールド(403)、フィールド403で指定されるフィルタリング・テーブルを探索した結果、True値が得られた場合に、パケットを送信する次のパケット・フィルタ・プロセッサを格納する次のパケット・フィルタ・プロセッサが格納するフィールド(405)と、False値が得られた場合に同様の識別子を格納するフィールド(405)から成る。フィールド401で指定されるパケット・フィルタ・プロセッサが最終段のプロセッサの場合は、フィールド404及びフィールド405の値は空である。

【0031】図5に示す通り、フィルタリング・テーブル(309)は、ハッシュ関数の値から検索結果を示すエントリのポインタを格納するフィールド(501)と、検索結果を示すフィールド(502)(503)から成る。検索結果を示すフィールド(502)(503)は、ルーティングテーブルが最終段の場合は、パケット・フィルタ・プロセッサが格納する受信キュー(405)の識別子を格納する受信キューフィールド(503)を参

照し、それ以外の場合は、フィルタ判別値フィールド(502)を参照する。フィールド503は、最終段のパケット・フィルタリング・プロセッサ(304~307)の数と等しいエントリで構成される。各エントリは、該当するパケット・フィルタ・プロセッサがエンキューする受信キュー(313)の識別子が格納されている。フィールド502は、TrueがFalseの種類の値のどちらかが格納され、フィールド502の結果と、フィルタリング処理割り当てテーブルのフィールド404、もしくはフィールド405を参照することにより、送信する次のパケット・フィルタ・プロセッサが決定する。

【0032】フィルタリング処理割り当てテーブル(310)、および、フィルタリングテーブルの各エントリの値はコントロールラ(202)が決定する。コントロールラの動作は後述する。

【0033】各パケット・フィルタ・プロセッサ(301~307)が実行するパケット・フィルタリングのフローチャートを図6に示す。

【0034】ステップ602において、パケット・フィルタ・プロセッサは、フィルタリング割り当て処理テーブル(310)を参照する。フィルタリング割り当て処理テーブルのフィールド402からパケット・フィルタリング処理の検索キーとなるデータの種類の情報を得る。また、フィールド403より、参照すべきフィルタリング・テーブル(309)が指定される。

【0035】ステップ603において、ステップ602で指定された検索キー(402)に該当するデータを得る。

【0036】ステップ604において、ステップ603で得られた検索キーよりステップ602で指定されたフィルタリング・テーブルを引く。

【0037】ステップ605において、パケット・フィルタ・プロセッサが最終段のプロセッサ(304~307)である場合は、ステップ607に進む。それ以外のパケット・フィルタ・プロセッサ(301~303)の場合は、ステップ607に進む。

【0038】ステップ606において、ステップ604でフィルタリング・テーブルを検索した結果得られたフィルタ判別値フィールド(502)の値と、フィルタリング割り当て処理テーブルのフィルタ判別値フィールド(404)または(405)より、パケットを送信する次のパケット・フィルタ・プロセッサを決定する。フィルタリング・テーブル検索の結果、フィールド502の値がTrueの場合は、フィルタリング処理割り当てテーブルの、パケット・フィルタ・プロセッサのフィールド番号(401)に対応する、フィールド404に格納されているフィルタ判別値に該当するパケット・フィルタ・プロセッサに送信する。フィールド502の値がFalseの場合は、フィルタリング処理割り当てテーブルの、パケット・フィルタ・プロセッサのフィールド番号(402)に対応する、フィールド404に格納されているフィルタ判別値に該当するパケット・フィ

段から伝達された値の論理和をとり、この論理和と等しい識別子を持つ受信キュー(313)にエンキューする。

【0044】上記に示すように、本発明では、複数のフィルタリング処理を分割し、複数のパケット・フィルタ・プロセッサで分担して処理することにより、1個のパケット・フィルタ・プロセッサあたりのフィルタリング処理時間を小さくできる。また、複数のパケット・フィルタ・プロセッサをツリー状または直列に配置し、パイプライン並列処理することにより、高速化できる。

【0045】次に、ルーティングテーブル検索プロセッサ群(203)の動作を図7、図8を用いて説明する。

【0046】図7にルーティング処理割り当てテーブル315の詳細を示す。

【0047】ルーティング処理割り当てテーブル315は、ルーティングテーブル検索プロセッサ308と同数のエントリを持つ。各エントリの番号は、ルーティングテーブル検索プロセッサの番号に対応している。すなわち、各ルーティングテーブル検索プロセッサが参照するエントリは予め決まっている。各エントリは、受信キュー番号703をキュー要素とするキュー構造になっており、そのエントリに対応するルーティングテーブル検索プロセッサが処理すべき受信キューの番号をキューする。キュー・ヘッダ部は、受信キュー長の総和を格納する領域701と、最初のキュー要素を指すポインタ702を持つ。受信キュー長の総和を格納する領域701には、各エントリにキューされている受信キューのパケットの総数を格納している。コントロールラ202が、受信キューを参照するルーティングテーブル検索プロセッサを決定する際の詳細値として、この受信キュー長の総和701の値を使用する。

【0048】次に、ルーティングテーブル検索プロセッサ308が実施するルーティング処理の内容を図8のフローチャートを使って説明する。

【0049】まず、ルーティングテーブル検索プロセッサ308は、ルーティング処理割り当てテーブル315内の受信キュー番号703を得る(802)。次にルーティングテーブル検索プロセッサ308は、得られた受信キュー番号の受信キューからパケットをデキューし、パケットの宛先アドレスを得る(803)。ここで、ルーティングテーブル検索プロセッサ308は、ルーティングテーブルキャッシュ316を参照し、ステップ803において得られた宛先アドレスのルーティング情報がキャッシュされているかをチェックする(804)。ルーティング情報がキャッシュされていた場合は、そのルーティング情報から送出手元アドレスを決定し、該当するスケジューリング待ちキュー106にパケットをエンキューする(807)。ルーティングテーブルキャッシュ316にルーティング情報がキャッシュされていない場合、ルーティングテーブル検索プロセッサ308は、ルーティングテーブル314からステップ803

にて得た宛先アドレスのルーティング情報を取得し、送出インタフェースを決定して該当するスケジューリング待ちキュー106にパケットをエンキューする(805)。同時に、ステップ805で得たルーティング情報をルーティングテーブルキャッシュ316に挿入する。

【0050】上記に示すように、本発明では、ルーティングテーブル検索処理を、複数のルーティングテーブル検索プロセス308で並列処理することにより、高速化できる。各ルーティングテーブル検索プロセス308では、ルーティングテーブルの内容をキャッシュするルーティングテーブル・キャッシュ316を所有しており、ルーティングテーブルの検索時間を削減できる。各ルーティング検索プロセス308が、ルーティングテーブル検索処理を実行するパケットは、特定のクラスに属するパケットである。図4のルーティング処理割り当てテーブルのフィールド402に示すように、本実施の形態においては、パケットのクラスは、宛先アドレスによって決定すること、1つのルーティングテーブル検索プロセス308が扱うパケットの宛先アドレスは特定のアドレスに限られる、従って、1つのルーティングテーブル検索プロセス308が処理するのに必要なルーティングテーブルのエントリサイズは小さくよく、ルーティングテーブル・キャッシュ316のヒット率は高くなる。

【0051】次に、コントロールラ202の動作を図9から図14を用いて説明する。コントロールラ202は以下を実行する。

【0052】1) パケット・フィルタ・プロセス201が送受信するパケット量(以後、送信するパケット量を「送信流量」、受信するパケット量を「受信流量」、両者を総称して「流量」と呼ぶ)の定期的な監視、及びその監視結果に基づき、各パケットフィルタプロセス301～307が参照すべきフィルタリングテーブル309を決定する処理。

【0053】2) 受信キュー313にキューイングされているパケット数の定期的な監視、及びその監視結果に基づき、各ルーティングテーブル検索プロセス308が処理すべき受信キュー313を決定する処理。

【0054】上記1)を実行するために、コントロールラ202は流量監視テーブル311を参照、更新する。流量監視テーブル311は、図9に示す受信流量を管理するテーブル、図10に示す送信流量を管理するテーブル、図11に示す流量のしきい値を管理するテーブルからなる。

【0055】受信流量を管理するテーブルは、フィルタ番号を格納するフィールド901と、受信流量を格納するフィールド902からなる。本テーブルは各パケット・フィルタ・プロセス301～307ごとに1エントリを保持する。

【0056】送信流量を管理するテーブルは、フィルタ

る。ここでは、ステップ1204において、フィールド902の値がフィールド1102に格納されている流量のしきい値を超えているプロセスより段数が一つ小さいプロセス群(例えば、パケット・フィルタ・プロセス5より段数が一つ小さいプロセス群はパケット・フィルタプロセス2と3である)に対応する参照テーブルインデックス403の値と、ステップ1205で得たエントリのフィールド番号フィード1001に格納されているプロセス群の参照テーブルインデックス403の値を交換することにより実現する。

【0064】上記ステップが完了後、コントロールラ202は処理を完了する。

【0065】このように本発明では、パケット・フィルタ・プロセスの受信流量がその処理能力を超えた場合、ただちに、該当プロセスより段数が一つ小さいプロセスが参照するフィルタリング・テーブル309を更新する。この更新により、該当プロセスの受信流量を、その処理能力以下の値に抑えることが可能となる。

【0066】なお、本実施形態では、パイプライン・パケット・フィルタをツリー状に配置することを仮定して、直列に接続する場合、フィルタリング順序を動的に切り替える必要がなく、上記のようなコントロールラ機能および流量監視テーブル311や図11の流量のしきい値を示すテーブル2)は不要である。

【0067】また上記2)を実現するため、コントロールラ202は受信キュー監視テーブル312を参照、更新する。受信キュー監視テーブル312のデータ構造を図13に示す。

【0068】図13に示す通り、受信キュー監視テーブルは、受信キュー番号を格納するフィールド1301とフィールド1301で指定される受信キューのキュー長を格納するフィールド1302からなる。また受信キューのしきい値(この「受信キューのしきい値」より受信キュー長が長い場合、コントロールラ202は、対応するルーティングテーブル検索プロセス308の処理能力を超えたパケットが受信キューに到達している、と判断する)を格納するフィールド1203も存在する。

【0069】上記2)のプロローチャートを図14に示す。

【0070】ステップ1402において、コントロールラ202は、各受信キュー313に現在のキュー長を調べ、フィールド1302を更新する。さらに、ルーティング処理割り当てテーブル315の受信キュー長の総和を格納するフィールド701の値も更新する。この更新値は、該当するルーティング処理割り当てテーブル315のエントリにキューイングされている受信キュー番号703のフィールド1302の値の合計である。

【0071】ステップ1403において、フィールド1302の値がフィールド1303の値を超えている受信キュー313が存在しているか否かを検査する。存在する場合はス

テップ1404にジャンプする。存在しない場合には処理を終了する。本ステップで得られた受信キュー313を以後Queueと表記する。

【0072】ステップ1404において、フィールド701の値が最小のルーティングテーブル検索プロセス308を検索する。以後本ステップで得られたプロセスをR1と表記する。

【0073】ステップ1405において、R1がQueueを処理しているか否かを判定する。この判定は、R1に対応するルーティング処理テーブル割り当てテーブル315のエントリに、Queueに対応する受信キュー番号703がキューイングされているか否かを調べることにより可能である。上記判定がTRUEであれば異常終了(ルータ200全体に到達しているパケット量が、ルーティング検索プロセス308の処理能力の合計を超えていると判断)する。

【0074】ステップ1406において、R1が処理する受信キューの中で、キュー長が最長の受信キューを検索する。本検索は、ルーティング処理割り当てテーブル315のR1に対応するエントリにキューイングされている受信キュー番号703のうち、フィールド1303の値が最小のものを探し出すことにより実現する。本ステップにより得られた受信キュー313を以後Queue2と表記する。

【0075】ステップ1407において、Queueを処理するルーティングテーブル検索プロセス308と、Queue2を処理するプロセスを入れ替える。これは、ルーティング処理割り当てテーブル315にキューイングされている受信キュー番号703を変更することにより実現する。

【0076】上記に示すように本発明では、ルーティングテーブル検索プロセスR1308の処理能力を超えるパケットが受信キュー313に到達した場合、該当受信キューを処理するプロセスを入れ替える。これによりR1は、自分の処理能力以下のパケット数のルーティングテーブル検索処理を実行すれば良いことになる。

【0077】

【発明の効果】本発明におけるルータを用いてルーティングを実行すると、マルチメディア通信を行うネットワークにおいて、QoS保証が必要なパケットの種数が多数存在する場合でも、QoS保証を行うために不可欠な処理であるパケット・フィルタリング処理を高速に実行できるため、ルーティングテーブル検索処理も高速に実行できるため、ルーティング処理による遅延時間を小さく抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のルータのハードウェア構成図。

【図2】本発明のルータのハードウェア構成図。

【図3】本発明の実施の形態で仮定するパケット・フィルタ・プロセス群とルーティングテーブル検索処理プロセスと、前記2つのプロセス群の負荷分散を行う

コントローラのハードウェア構成図。

【図4】パケット・フィルタ・プロセッサと実行するフィルタリング処理を対応づけるテーブルの構成図。

【図5】フィルタリング処理において検索するハッシュテーブルの構成図。

【図6】パケット・フィルタリング処理のフローチャート。

【図7】ルーティングテーブル検索プロセッサとルーティングテーブル検索処理を実行する受信キューを対応づけるテーブルの構成図。

【図8】ルーティングテーブル検索処理のフローチャート。

【図9】パケット・フィルタ・プロセッサとそのプロセッサが属するステージにある全パイプライン・パケットを一定時間に受信したパケット数に対応づけるテーブルの構成図。

【図10】パケット・フィルタ・プロセッサとそのプロセッサが属するステージにある全パイプライン・パケットを一定時間に送信する数の合計値と、フィルタリング結果がfalseであるパケットを一定時間に送信する数の合計値を対応づけるテーブルの構成図。

【図11】パケット・フィルタ・プロセッサとそのプロセッサが一定時間に処理可能なパケット数の最大値(しきい値)を対応づけるテーブルの構成図。

【図12】コントローラが、各パケット・フィルタ・プロセッサのフィルタリング処理を動的に変更するフロー

チャート。

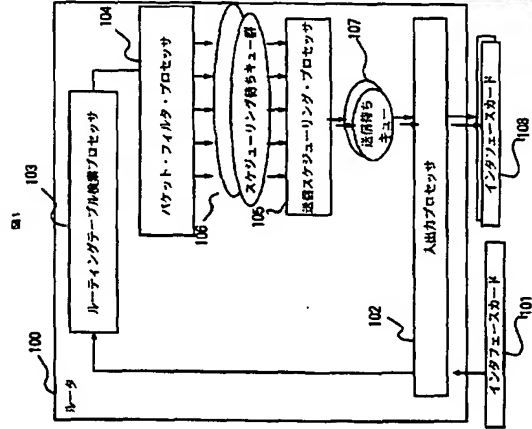
【図13】受信キューとその受信キューにエンキューされているパケット数を対応づけるテーブルの構成および、受信キューにエンキューできるパケット数の最大値(しきい値)を格納するデータ領域の説明図。

【図14】コントローラが、各ルーティングテーブル検索プロセッサに割り当てる処理すべき受信キューを動的に変更するフローチャート。

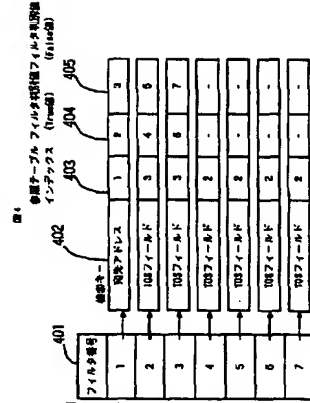
【符号の説明】

102 ... 入力プロセッサ, 105 ... 送信スケジューリング・プロセッサ, 106 ... スケジューリング待ちキュー群、107 ... 送信待ちキュー群、200 ... パケット・フィルタ・プロセッサ群、201 ... コントローラ、203 ... ルーティングテーブル検索プロセッサ群、204 ... 受信キュー群、301 ... パケット・フィルタ・プロセッサ1、302 ... パケット・フィルタ・プロセッサ2、303 ... パケット・フィルタ・プロセッサ3、304 ... パケット・フィルタ・プロセッサ4、305 ... パケット・フィルタ・プロセッサ5、306 ... パケット・フィルタ・プロセッサ6、307 ... パケット・フィルタ・プロセッサ7、308 ... ルーティングテーブル検索プロセッサ、309 ... フィルタリング・テーブル、310 ... フィルタリング処理割り当てテーブル、311 ... 流量監視テーブル、312 ... 受信キュー監視テーブル、313 ... 受信キュー、314 ... ルーティング・テーブル、315 ... ルーティング処理割り当てテーブル、316 ... ルーティングテーブルキャッシュ。

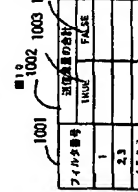
【図1】



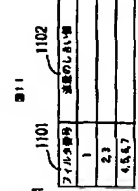
【図4】



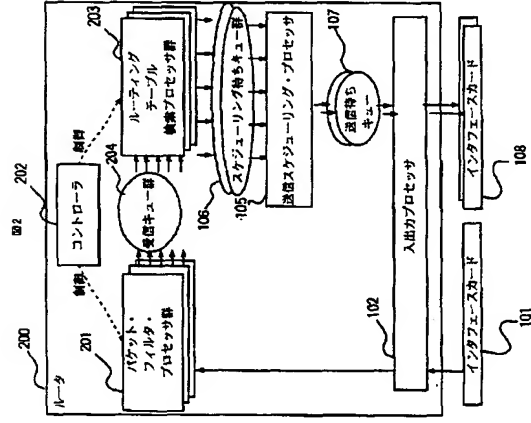
【図10】



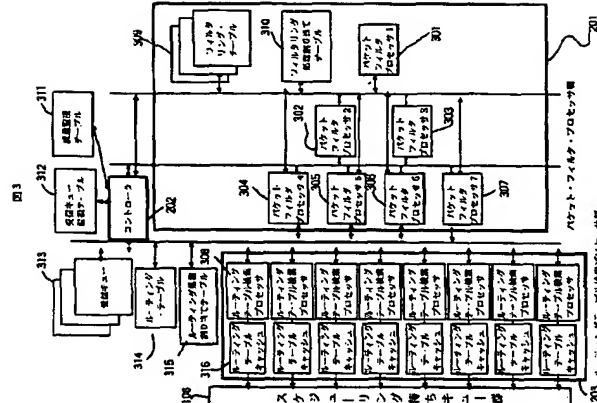
【図11】



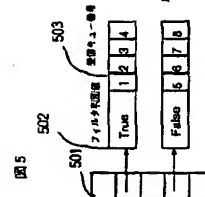
【図2】



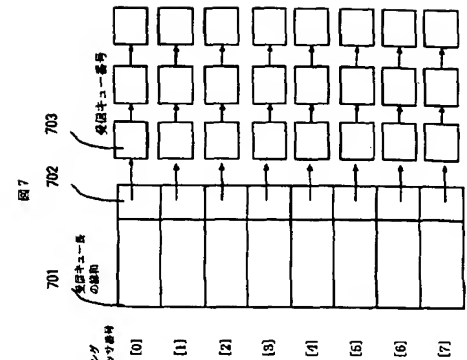
【図3】



【図5】



【図7】



【図9】

